



Le Guide de l'atelier

Soudage – Perçage
Découpe – Conseils généraux
Glossaire – Equipements d'atelier - Quincaillerie
Notions de métallurgie et de résistance des matériaux

Dernière mise à jour : 11/05/2021

Tables des matières

I. Introduction

Rédigé par l'équipe de l'Atelier Paysan, ce guide se veut un outil théorique à destination des autoconstructeurs.

Non exhaustif, c'est néanmoins une base essentielle à assimiler pour acquérir des compétences en travail des métaux. Vous trouverez les notions permettant d'avoir un premier regard sur les technologies et les phénomènes physiques qui interviennent lors du soudage, du perçage, de la découpe…

Il est essentiel d'avoir en tête les bases théoriques lorsque l'on travaille le métal. Cependant, rien ne vaut l'observation et la pratique pour assimiler les techniques. Lors de vos travaux, tentez de vous poser les questions justes quand tout ne fonctionne pas comme la théorie le voudrait. Beaucoup de paramètres entrent en jeu sur un chantier : la météo, l'état du matériel, l'état de surface des métaux…

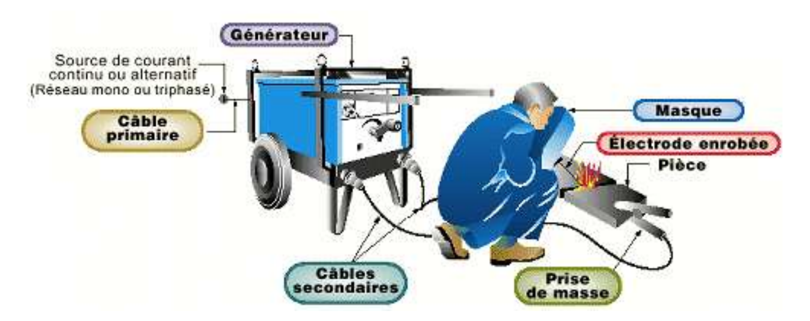
Vous avez les bases théoriques, nos stages vous initient à la pratique, vous avez donc toutes les cartes en main pour vous lancer dans l'autoconstruction !

II. Soudage à l'arc

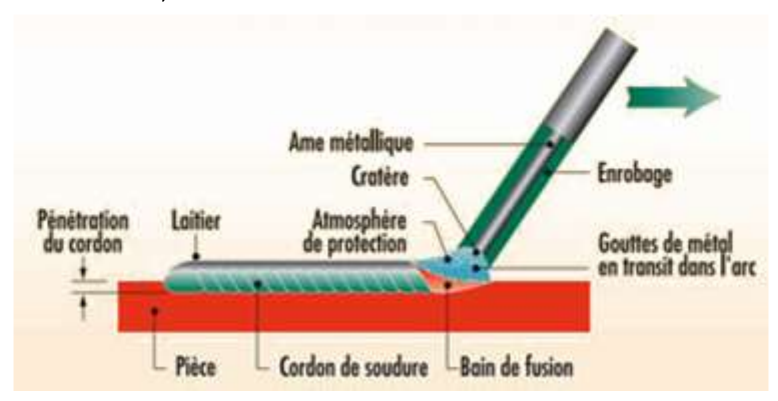
a. Principe

Le principe du soudage est de chauffer le métal de chaque pièce à assembler au-delà de sa température de fusion. Lors du refroidissement du bain de fusion, situé à la limite entre les deux pièces, il y aura continuité de la matière au niveau de la soudure. Les deux pièces ne feront alors qu'une.

Le soudage permet cette montée en température grâce à un **court-circuit entretenu entre les pôles + et -** du poste à souder (la pièce à souder et l'électrode enrobée), qui génère un **arc électrique** dégageant chaleur (3600 °C) et lumière intenses.



L'électrode enrobée est composée d'une **âme** qui est le métal d'apport de la soudure, ainsi que d'un **enrobage** qui favorise le déclenchement de l'arc, **protège le bain de fusion et stabilise l'arc en se gazéifiant**. L'âme utilisée est en général du même métal que les pièces à assembler. Quelques exceptions sont envisageables (souder de la fonte avec une électrode inox par exemple).
Il existe plusieurs types d'enrobages d'électrodes, leur conférant des caractéristiques et utilisations différentes. Les plus fréquentes sont les électrodes à **enrobage rutile (R)**, mais on trouve aussi des électrode à enrobages oxydant (O, belle apparence mais caractéristiques mécaniques faibles), acide (A, idem qu'oxydant, soudage de tôle mince), basique (bonne tenue mécanique, un étuvage des électrodes peut être nécessaire).



Amorçage et entretien de l'arc

Pour amorcer l'arc, il suffit de **gratter la pièce avec l'électrode** en passant assez rapidement pour éviter de coller. Le collage est favorisé lorsque les électrodes sont humides ou que l'intensité est trop faible.

La stabilité de l'arc dépend de la **longueur de l'arc** et des caractéristiques du milieu et du courant.

b. Choix du diamètre de l'électrode

Epaisseur pièce (mm)	<1.5	De 2 à 3	De 3 à 5	De 5 a 8	>8
Ø électrode	1.6	2	2.5	3.2	4

Pour combler un jour entre deux pièces, on pourra prendre une électrode plus épaisse afin de rajouter plus de matière.

c. Réglage de l'intensité

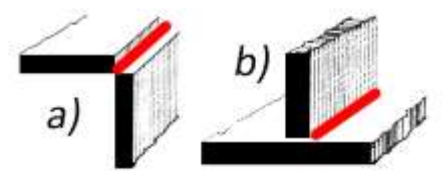
Le réglage de l'intensité dépend de **l'épaisseur des pièces à souder, du diamètre de l'électrode, de la position de soudage, du type d'assemblage**, **de la chaleur de la pièce**…

Il existe des abaques pour choisir l'intensité optimale en fonction de certains de ces paramètres. En général, pour un soudage à plat, on peut se baser sur :

$$\boldsymbol{I = 50 * (Diamètre_{électrode} - 1)}$$

On aura alors 110 A pour un diamètre de 3,2 mm et 75 A pour du 2,5.

Pour un soudage en angle intérieur (b) on rajoute 20%, et on enlève 20% pour un soudage en angle extérieur (a).



Une **intensité trop faible** provoquera un amorçage difficile, un **manque de pénétration** et une **inclusion de laitier**.

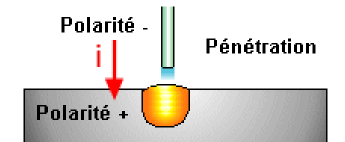
Une **intensité trop élevée** facilite l'amorçage mais la fusion de l'électrode est plus rapide, les **projections abondantes**, **le cordon s'effondre et l'enrobage se dégrade**.

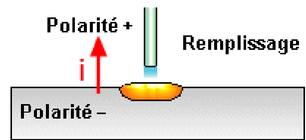
Il ne faut surtout pas hésiter à changer régulièrement son réglage d'intensité suivant les paramètres cités en début de page.

d. Polarité

La polarité définit à quelle borne du poste est reliée l'électrode.

- L'électrode **est reliée au pôle négatif (polarité directe)**. Le bain de fusion est étroit et profond. Cette polarité favorise la pénétration et c'est la plus utilisée.

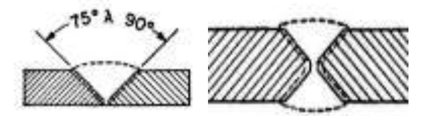




- L'électrode **est reliée au pôle positif** (polarité inverse). Le bain de fusion est large et peu profond, utile pour la soudure de plaque fine. L'électrode est très chaude.

e. Préparation

Avant de commencer la soudure il est préférable de **dégraisser la surface**, voire de la meuler jusqu'à ce que le métal soit apparent (dans le cas d'une surface peinte par exemple). Pour des soudures sur une **forte épaisseur il est recommandé de chanfreiner les pièces** à assembler : en V entre 4 et 15 mm d'épaisseur, et en X au-delà.



f. Pointage

Lorsque le métal se refroidit après une soudure, il se rétracte, ce qui peut alors déformer l'assemblage voulu.



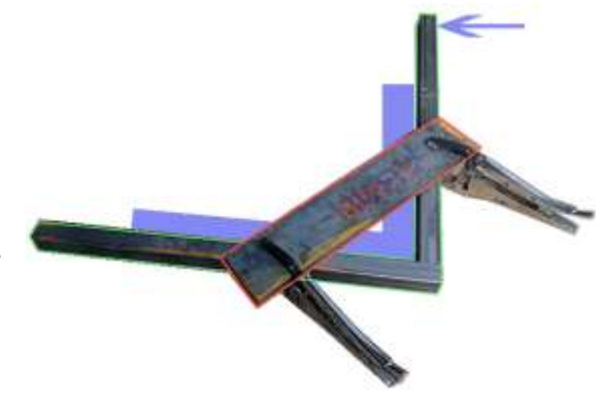
Une déformation angulaire est causée par la soudure

Pour pallier à ce problème **on pointe d'abord l'assemblage** avant de faire les cordons en entier. C'est-à-dire que l'on va faire des points de soudure à différents endroits et le plus rapidement possible afin que les points précédents n'aient pas le temps de refroidir et se rétracter.

Une fois le pointage terminé **on contrôle l'assemblage** (distance, perpendicularité,…). Si la vérification est satisfaisante on peut passer aux cordons, sinon on fait sauter les points (à la meuleuse) et on recommence.

On peut aussi utiliser des gabarits sur lesquels on vient maintenir les pièces dans la position voulue. Ceci permet d'avoir tout le temps voulu pour faire le pointage, et d'assurer le bon positionnement de l'assemblage. Les gabarits peuvent être des assemblages complexes ou simplement des entretoises, équerres en profilés, montage plaquette... Le maintien en position se fait avec des outils de serrage type pince-étau, serre joint, étau d'angle.

Exemple de maintien en position : le montage plaquette :



On l'utilise pour assembler deux à deux des pièces dans un même plan, au moyen de deux outils de serrage (pince étau, serre joint).

Il consiste à utiliser un fer plat assez large et épais, la plaquette (en rouge : ici du 80x10), pour s'assurer de la coïncidence de deux faces de pièces à souder entre elles (en vert), en le serrant aux pièces avec des pinces-étaux.

Une fois le serrage effectué les deux pièces sont dans le même plan et il ne reste plus qu'à contrôler l'équerrage en violet, et à le corriger en tapotant au niveau de la flèche.

g. Position de l'électrode

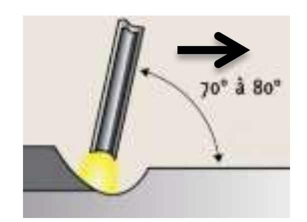
La manipulation de l'électrode se définit par :

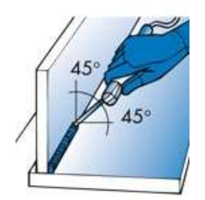
- **Les angles d'inclinaison** de l'électrode
- **La vitesse d'avancement** dans le sens du cordon
- Le mouvement oscillant autour du cordon
- La vitesse d'avancement dans le sens de l'électrode au fur et à mesure de sa fusion, qui permet de garder un arc de longueur constante (environ le diamètre de l'électrode).

Conseil aux débutants: Pour mieux cerner cette vitesse de compensation de la fonte de l'électrode, on peut souder en sentant le contact entre l'électrode et la pièce et maintenir ce contact. Une fois plus à l'aise, il suffira de garder ce rythme d'avance avec un arc à la bonne longueur.

Le soudeur effectue toujours son cordon **en tirant l'électrode vers soi**. L'électrode doit former un **angle d'environ 80°** avec le plan de la soudure. Cet angle évite l'inclusion de laitier dans le bain de fusion, qui aurait lieu avec un angle pus grand. Avec un angle plus petit, l'arc n'est plus orienté vers le métal, le bain de fusion sera superficiel et il y aura des projections.

Dans le cas d'une soudure dans un angle très fermé (<30°), on peut augmenter l'inclinaison de l'électrode afin de favoriser la remontée du laitier, et afin de compenser le manque de pénétration généré, on peut augmenter l'intensité.

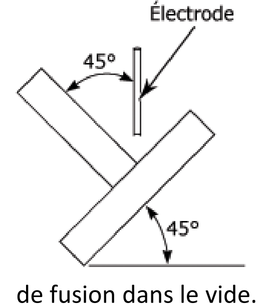




Pour une soudure en angle, il faut que l'électrode soit au même angle des deux pièces à souder. Cependant, si une des pièces est plus épaisse que l'autre, on peut préférer diriger l'arc vers elle pour une meilleure pénétration, en augmentant l'angle entre cette pièce et l'électrode.

L'électrode peut osciller de part et d'autre de l'axe de la soudure. Ainsi le bain de soudure (et donc le futur cordon) s'élargit, et on s'assure une bonne continuité de la matière entre les deux pièces. Cette oscillation est optionnelle, mais devient indispensable quand il y a un jour entre les pièces à souder : pour éviter que l'arc ne souffle le bain de fusion dans le jour.





Pour une soudure d'angle, il est important de prendre le temps de positionner son assemblage pour que le cordon se retrouve à l'horizontal. Ainsi l'électrode est dans le plan vertical, le cordon est plus simple à tirer, ET la gravité assure que le bain de fusion prend équitablement les deux pièces.

h. Boucher/agrandir un trou

Pour **boucher un trou**, on se mettra en sous-intensité, la baguette orientée vers la matière. Le plus simple sera de déclencher l'arc par à coup, afin que le bain de fusion ait le temps de refroidir un peu, et se tenir, avant de recommencer le soudage (mais pas trop : sinon risque d'inclusion de laitier).

Pour **agrandir un trou**, on se règle en surintensité, et on oriente l'électrode vers le trou, pour souffler le bain de fusion dans le vide.

Découpe grossière : en prenant une électrode Ø2.5mm à 160A (par exemple), on peut même utiliser le poste à souder comme torche plasma, pour de la découpe ou faire des trous.

i. Contrôle de la soudure

Cordon normal	Sous-intensité	Surintensité	Avance trop rapide	Avance trop lente	Arc trop long
• Cordon harmonieux • Aspect propre et régulier • Pénétration optimale	• Faible pénétration • Forte surépaisseur du cordon • Inclusion de laitier • Risque de collage	• Forte pénétration • Formation de caniveaux • Projections métalliques • Effondrement du bain de fusion	• Mauvaise pénétration • Cordon étroit et irrégulier sous forme de stries allongées	• Forte pénétration • Effondrement du bain de fusion	• Cordon large et plat • Aspect irrégulier • Projections fines

j. Sécurité

Radiations émises par l'arc : couvrir toutes les parties du corps, utilisez un masque de protection.

Le brûlures : utiliser des gants et vêtements épais, manipuler les pièces avec une pince.

Gaz émis par l'électrode et les pièces (vapeur nitreuse et oxydes) : système de ventilation ou d'aération.

Risque électrique faible car la tension l'est aussi. Plus de risque en condition humide et avec un genou à terre.

Champs magnétiques : placer la pince de masse au plus près de la pièce.

k. Nettoyer son cordon

Une fois le cordon terminé, il faut **enlever le laitier** qui s'est formé en surface et qui avait pour rôle de protéger le bain de fusion. Pour cela il existe un type de marteau spécial : le marteau à piquer. Ensuite un passage de brosse métallique sur le cordon permet d'évacuer les derniers morceaux de laitier.

Quand un cordon se fait avec plusieurs électrodes, il faut nettoyer la partie précédente, puis démarrer la suite du cordon en recouvrant le cordon existant d'au moins 1cm.



Le piquage des soudures engendre des projections de particules brulantes. Utiliser des lunettes ou la cagoule



III. Le perçage

a. Les différentes perceuses

- Perceuses portatives :
  - Électriques : Ømax : 13 mm, montage possible sur support pour perçage droit
  - Pneumatiques : Ømax : 13 mm
  - Electromagnétiques : Ømax. 60 mm, fixation sur la pièce à percer
- Perceuses à colonne : Ømax. 50 mm
  - Sensitives
  - À avance automatique
  - Radiales

b. Les types de forets

- Les forets hélicoïdaux



- Les forets à centrer
- Les fraises à chanfreiner



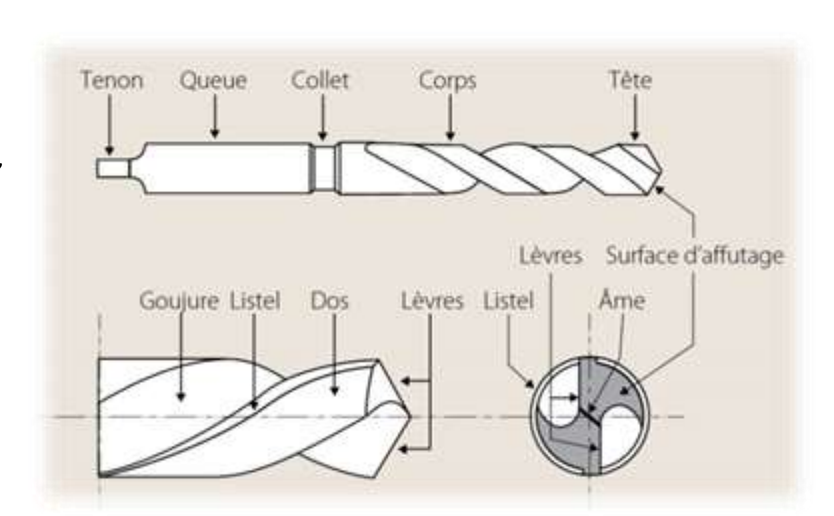
- Les fraises à lamer



c. Le foret

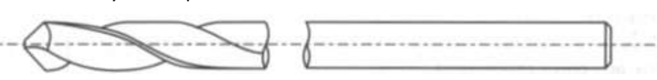
Un foret se défini par :

- Sa **forme**, selon le type de matière à percer (acier, béton, bois, verre)
- Sa **matière** : déterminant la qualité du foret
  ARO : Acier Rapide Ordinaire
  ARS : Acier Rapide Supérieur, (HSS = ARS)
  Revêtement éventuel (titane, tungstene…)
  Plaquettes carbures rajoutées
- Son **diamètre**
- Son type de **queue**



Les queues de foret

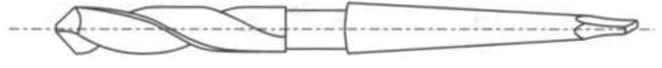
- Cylindrique : diamètre inférieur à 13mm



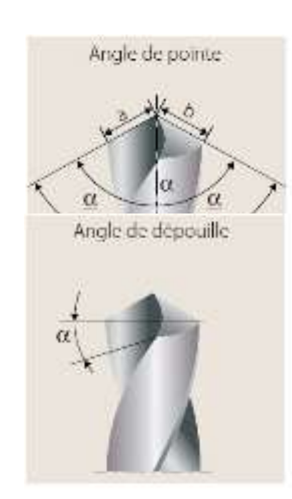
- Réduite : diamètre entre 13 et 35 mm



- conique : diamètre supérieur à 13mm



La tête (ou partie active)

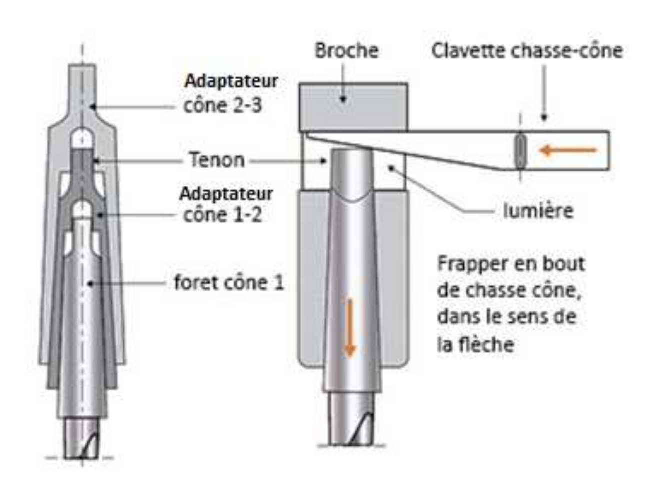


L'angle de pointe varie selon le matériau à percer :

- 90° : fibre de verre et plastiques
- 118° : acier allié, non allié, fonte
- 135° : acier inoxydable, titane

L'angle de dépouille doit être compris entre 3° et 10° (important pour l'aiguisage) :

- **< 3°** : le foret talonne
- **> 10°** : l'engagement est trop important et fragilise l'arête de coupe



d. Montage du foret



Le montage du foret dans la perceuse peut se faire par **serrage du mandrin sur le foret** via une clé de serrage. On trouve ce système jusqu'à un certain diamètre.

Il existe un système de serrage plus pratique et rapide : le **cône morse**. Le serrage se fait par frottement entre deux surfaces coniques, soit directement entre la perceuse et la queue du foret soit grâce à un cône adaptateur emmanché sur la queue du foret :

Øforet	3 à 15	16 à 23	24 à 32	33 à 50	51 à 75
N° du cône	1	2	3	4	5

Le cône se serre de lui-même au cours du perçage. Et il faut alors utiliser une clavette chasse-cône pour le démancher.

e. Vitesse de rotation

La vitesse de rotation (en tr/min) se calcule à partir de la vitesse de coupe du matériau (Vc, en m/min) et du diamètre du foret (D en mm) :

$$N = \frac{Vc \times 1000}{D \times \pi}$$

Par exemple, pour usiner de l'acier on a : avec de l'ARS : Vc = 15 m/min, avec des outils carbure : Vc=60 m/min.

Des abaques sont souvent installés près des postes de perçage. Elles permettent de repérer la vitesse de coupe en fonction du matériau et du diamètre du foret.

Øforet (mm)	vitesse (tr/min)	Øforet (mm)	vitesse (tr/min)	Øforet (mm)	vitesse (tr/min
5	955	**17**	281	**29**	165
6	796	**18**	265	**30**	159
7	682	**19**	251	**31**	154
8	597	**20**	239	**32**	149
9	531	**21**	227	**33**	145
10	477	**22**	217	**34**	140
11	434	**23**	208	**35**	136
12	398	**24**	199	**36**	133
13	367	**25**	191	**37**	129
14	341	**26**	184	**38**	126
15	318	**27**	177	**39**	122
16	298	**28**	171	**40**	119

Vitesses pour Foret ARS (HSS) dans de l'acier S235

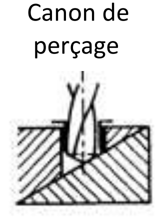
f. Préparation du perçage

Pointage (en 2 temps): à l'aide d'un pointeau et d'un marteau. Un premier coup de marteau léger, pour assurer la précision du pointage. Après vérification, un grand coup de marteau pour accentuer la marque du pointeau et faciliter le centrage du foret.

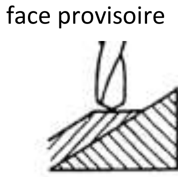
Avant-trou : faire un premier trou légèrement plus grand que l'âme du foret final pour un diamètre de trou de plus de 10mm.

Perçage sur face inclinée ou sur rond :

Canon de perçage



Taille d'une face à la meuleuse



Amorçage sur une face provisoire

g. La lubrification

Elle peut se faire à l'huile soluble, l'huile de coupe ou l'huile de colza. L'idéal est de **toujours garder l'endroit du perçage mouillé**.

La lubrification de la tête du foret sert à **limiter sa surchauffe et éviter son détrempage** (ce qui diminuerait sa dureté et le dégraderait). Elle facilite en plus la formation du copeau.

h. Le taraudage





Le **taraudage** est l'opération qui consiste à usiner un pas de vis à l'intérieur d'un alésage. Un **trou taraudé** est la forme complémentaire d'une vis ou tige filetée

L'instrument qui permet de manipuler les tarauds s'appelle un **tourne à gauche**
Les tarauds sont référencés d'après le **diamètre nominal** du taraudage (en mm) et de son **pas** (distance entre 2 filets).

- **Etape 1** : Pour réaliser un taraudage il faut percer un trou de diamètre légérement inférieur :

  Ø de perçage = Ø nominal – pas

- **Etape 2** : les tarauds sont au nombre de 3, il faut commencer par le plus grossier et terminer par le plus fin, en les insérant délicatement dans le perçage.

Conseil : évacuer régulièrement les copeaux en tournant en sens inverse et **lubrifier** le taraud.

i. Les perceuses magnétiques

Pas métrique	M6	M8	M10	M12	M14	M16
perçage	Ø5	Ø6.8	Ø8.5	Ø10.2	Ø12	Ø14

Les perceuses magnétiques sont très utiles pour les chantiers parce qu'elles peuvent se fixer sur la pièce à percer. Elles peuvent aussi être montées sur un socle en acier pour une utilisation fixe d'atelier, comme une perceuse à colonne.
Ces perceuses permettent d'utiliser des forets et des fraises à trépaner.

Une fraise se distingue d'un foret car elle ne retire pas de matière au centre du trou et ne **nécessite pas de pré-perçage** pour les gros diamètres. Les fraises ont un mandrin spécial et ne s'affutent pas manuellement. Une lubrification automatique est à utiliser si possible.







Perceuse magnétique sur socle autoconstruit, et étau croisé

j. Sécurité

- La pièce à percer doit être fixée au plateau de la perceuse (par un étau ou des brides), ou mise en butée pour bloquer son éventuelle mise en rotation.
- Ne maintenez jamais les pièces à la main
- Portez des vêtements ajustés
- Ne jamais prendre un copeau à la main
- Portez des lunettes de protection

IV. Conseils généraux en atelier

a. Le traçage

Méthode :

- **Utiliser la pointe carbure** pour marquer l'acier.
- **Utiliser une équerre** pour tracer les lignes à 45° et 90°.
- **Utiliser le trusquin** pour tracer une série de lignes à la même cote. Pour vérifier la précision du trusquin, tracer une ligne médiane sur l'un des côtés de la pièce en s'appuyant sur un côté adjacent, puis recommencer l'opération en s'appuyant sur le côté opposé : les deux traits doivent être confondus.

b. La découpe

1. La tronçonneuse à lames carbures (ou DRY CUT) : des pastilles en carbure sont brasées sur les dents des lames.

Avantages : aucune bavure / rapidité de coupe
Inconvénient : détérioration rapide des lames due aux vibrations, à l'effort de coupe important et à la faible vitesse de rotation de la tronçonneuse.

Il est **extrêmement important** de respecter les précautions ci-dessous pour ne pas détériorer trop rapidement les lames carbures :

- **Serrer fortement la pièce dans l'étau,** surtout pour les coupes d'angle. Si la pièce se décale pendant la coupe, les dents de la lame risquent de casser
- **Faire pivoter les tubes carrés de 45°** pour attaquer la coupe sur une arrête plutôt que sur une face plane. Les efforts de coupe sont ainsi diminués
- **Engager tout doucement** la lame carbure dans la matière
- **Changer la lame dès que la coupe est légèrement plus difficile.** En forçant, les pastilles carbure risquent de sauter (il faut alors changer la lame)
- **Ne pas découper d'acier étiré,** trop dur pour les pastilles carbure
- **Lubrifier régulièrement les tampons en contact avec la lame.** Ces tampons permettent de réduire les vibrations de la lame
- **Vérifier que le profilé est à l'horizontal** pour que la coupe soit d'aplomb





Carbure Composite

2. La tronçonneuse à disques composites :

- Attention : Le filetage du boulon de serrage des disques est à gauche. Tourner dans le sens horaire pour dévisser.
- **Ne pas hésiter à forcer la coupe** tant que le moteur de la tronçonneuse tourne à pleine vitesse. La découpe doit être rapide pour éviter que le disque et l'acier ne chauffent trop.
- Si le moteur commence à ralentir, **relever immédiatement la poignée** pour reprendre de la vitesse.

3. Les scies à ruban

Il existe plusieurs types de scie à ruban de la plus simple à la plus complexe :

- **Portatives, à sec**
- **Lubrifiées**
- **À descente automatique**

Avantage : coupes d'angle, coupe d'aciers durs, coûts moindre des consommables, coupe peu bruyante

Inconvénient : Découpe moins rapide
Précautions : Éviter les chocs lors de l'attaque du profilé, ne pas forcer sur la coupe

4. Les meuleuses d'angle

Outils très dangereux : **porter obligatoirement** gants, lunettes de protection, chaussures de sécurité et vêtements résistants et ignifugés, éventuellement un masque respiratoire.

Les précautions à prendre :

- **Trouver la bonne position** (ne pas hésiter à solliciter le formateur). Inutile de forcer sur la meuleuse : trouver le bon angle d'attaque pour un tronçonnage efficace.
- **Maîtriser la direction des étincelles** : vérifier que personne ne se trouve sur la trajectoire des étincelles. Ne pas diriger les étincelles vers soi, même un tablier de cuir ne résiste pas longtemps à une gerbe d'étincelles de meuleuse.
- **Ne pas découper** un profilé maintenu entre deux appuis : les deux parties découpées risquent de pincer et de faire éclater le disque.
- **Passer la soufflette sur les meuleuses** après chaque journée d'atelier pour éviter d'encrasser le moteur et les contacts électriques.

Méthode :

- Tracer la ligne de coupe à l'aide d'une pointe carbure

- Faire une première passe de 2-3 mm de profondeur en suivant la ligne de coupe, les étincelles éclairent le trait
- Faire une deuxième passe pour terminer la découpe
- Ébarber la pièce à l'aide d'une petite meuleuse équipée d'un disque à ébarber

5. *Précautions générales*

- Toujours attaquer la matière avec l'outil tournant à pleine vitesse
- S'assurer que la chute de la pièce après la découpe ne présente aucun risque
- Marquer chaque série de pièces découpées à l'aide du crayon jaune et remplir le tableau d'avancement
- Contrôler les cotes, la qualité de la coupe, la quantité de pièces découpées

c. Le Perçage

Pour réaliser un trou dans une pièce, 3 opérations sont nécessaires : le traçage, le pointage et le perçage. A chacune de ces opérations, il y a **un risque d'erreur sur la précision**.

La plus grande difficulté dans le perçage est donc de **respecter les cotes indiquées sur les plans**. Les cotes les plus importantes sont généralement les entraxes et **l'alignement des trous pour les emmanchements de tubes carrés**.

Méthode *(voir la partie Perçage p.13 pour plus d'infos)* :

- **Tracer** à l'aide du trusquin ou des pointes carbures
- **Pointer**
- **Régler la vitesse de rotation** de la perceuse en fonction du diamètre du foret.
- **Percer**: en vérifiant que le foret est bien centré sur la marque du pointeau.
- **Lubrifier régulièrement**
- **Eliminer les bavures : meule ou fraise à chanfreiner**

Précautions :

- Pour les tubes carrés, essayer d'**éviter que les perçages soient tracés sur le cordon de soudure** du profilé**.**
- Lors du changement du foret, **ne pas le laisser tomber** : risque de casser la tête du foret.
- **Toujours tenir l'étau pendant le perçage**. En cas d'engagement excessif dans la matière, le foret peut brutalement entraîner l'étau et la pièce avec lui : risque de blesser quelqu'un.
  Conseil : Placer les pièces de grande longueur en butée contre la colonne de la perceuse **à gauche**.
- **NE PAS PERCER L'ETAU** : s'assurer que le trou débouche dans le vide et non sur l'étau
- S'assurer que le trou à percer soit **le plus proche possible du centre de l'étau** : un perçage trop déporté risque de faire basculer la pièce, et le trou ne sera pas d'aplomb.
- Ne pas hésiter **à dégager et réengager le foret lorsque que le copeau devient trop long** (donc dangereux).

L'AUTOCONTROLE
l'assurance d'un chantier collectif réussi

- **L'équerre et le mètre** doivent toujours être à portée de main pour vérifier la conformité des pièces avec les plans.
- **Alignement, orthogonalité, parallélisme,…** autant de paramètres à contrôler systématiquement.

V. Compléments

a. Notion de prix d'équipement (€ HT)

Perçage :
Perceuse magnétique : 1000-1400 €
Perceuse d'établi capacité Ø20 : 600-800 €
Perceuse à colonne CM2 occasion : 200-400€
Fraise Ø15 : 30€ | Foret Ø30 : 90€ | Fraise Ø30 : 45€
Taraud machine (1 passe) M14 : 15€
Taraud 3 passes M8 : 12€ / M16 : 27€

Soudage :

Location bouteille gaz pour MIG/TIG : 1500€
Poste à souder : ancien poste d'occasion 50-100€ TTC   Poste onduleur (180A Progys via l'Atelier Paysan) : 280€
Boite d'électrodes : 18€

Découpe :

Scie à ruban, à sec, ProMac : 1000€
Lame scie à ruban : 25€
DryCut Jepson (formation Atelier Paysan) : 1000€

Lame DryCut : 100-150 €
Affûtage lame DryCut : 15-20€
Meuleuse Ø125, 1400W Metabo : 100€

Outils à main :

Equerre magnétique : 7-15€
Pince étau : 40€
Trusquin sur table : 100-150€
Jauge bord parallèle (trusquin à main) : 20€
Equerre à chapeau 150mm : 15€

b. Métallurgie de l'acier

Nuances, procédés d'obtention, caractéristiques et traitements thermiques :

Composition de l'acier : L'acier est un mélange de Fer et de Carbone (0,2 à 1.75 %) quand il est non-allié. Il peut être allié à d'autres éléments, comme par exemple pour l'acier inoxydable : ~10% de Chrome et parfois du Nickel ou du Molybdène.

Dénomination : il existe énormément de dénomination d'acier. L'acier de base pour la construction métallique est l'acier S235 : 235 indiquant sa limite élastique en MPa.

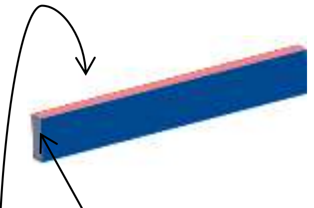
Obtention : les barres d'acier sont le plus souvent laminées à chaud (LAC), c'est-à-dire passées à haute température entre des rouleaux imposant la dimension du profilé.
Les tubes les plus courants sont obtenus à partir d'une tôle formée par un passage dans une série de rouleaux qui vont lui donner peu à peu son profil (rond, carré, rectangulaire, …) puis qui sera soudée à la jonction (d'où le cordon de soudure dans les tubes).
Les profilés étirés (tubes ou pleins) sont passés dans une filière qui impose la dimension extérieure, ce qui a plusieurs conséquences : la tolérance sur la dimension est très basse, l'état de surface est bon, le profilé subit un écrouissage (devient plus dur), absence de calamine.
Sur un profil carré, les arêtes seront vives sur de l'étiré et en congés sur du LAC.

Grandeurs caractéristiques :
La ***limite élastique*** **:** c'est la pression (généralement exprimée en MPa) à partir de laquelle le matériau quitte son domaine élastique, c'est-à-dire qu'en relâchant la pression, le matériau ne va pas revenir à sa forme initiale mais sera déformé de manière irréversible.
La ***ductilité*** désigne la capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre. C'est sa capacité à résister à la propagation de fissure. Un matériau non ductile sera dit fragile.
La ***résilience*** est une mesure définissant le comportement plus ou moins fragile en présence d'un choc.

Les traitements thermiques : ils servent à modifier la structure moléculaire d'un métal pour changer ses caractéristiques mécaniques.

La ***trempe*** : après une montée à une certaine température, à cœur de la pièce, on refroidit rapidement le métal (en le plongeant dans l'eau, l'huile,…). Cela a pour effet d'augmenter la dureté, la limite élastique mais aussi la fragilité. Tous les aciers ne prennent pas la trempe : il faut une teneur en carbone suffisante, par exemple l'acier standard de construction S235 ne prend pas la trempe.
Le ***recuit*** ou ***normalisation*** : il réduit la dureté, augmente la ductilité et élimine les contraintes internes. On fait un recuit sur un acier traité thermiquement pour le « remettre à zéro » et ainsi faciliter son usinage.
Le ***revenu*** : intervient après la trempe. On remonte la température pour la laisser redescendre doucement. Cela rend le matériau moins fragile, mais aussi un peu moins dur.

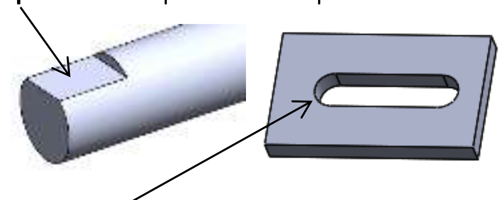
c. Glossaire



Congé **Chanfrein**

Section : face extrudée du profilé, les dimensions de la section servent à définir le profilé (ex : fer plat 30x10 : section rectangulaire de 30mm x 10mm).
Chant : face la plus petite d'un profilé (en rouge)
Plat : face la plus grande (en bleu)
Alésage : forme contenante (trou), cylindrique ou non.
Boulon : Ensemble composé d'une vis et d'un écrou, parfois même d'une rondelle.
Entretoise : pièce maintenant un écartement.
Tolérance : c'est la plage dans laquelle la côté réelle doit absolument se trouver pour satisfaire la conception.
Ex : la mesure réelle correspondant à la côte suivante 10+/-0,01 doit être située entre 9,99 et 10,01.
Calamine : mélange d'oxyde de fer qui se dépose à la surface des aciers chauffés à une température > 575°C. On en retrouve donc sur les aciers laminés à chaud.
Ecrouissage : c'est le durcissement d'un métal sous l'effet de sa déformation plastique. L'inconvénient est la réduction de sa résilience. Un sablage permet un écrouissage de surface causé par les multiples déformations surfacique causé par le sable. Ex : quand on plie un fer, et qu'on essaie de le redresser, un nouveau pli se forme à côté du premier : car la 1er pli est écrouit, donc plus dur, et ne va donc pas plier en priorité.

Méplat : surface plane sur une pièce de section circulaire.



Trou oblong : trou plus long que large, terminé par deux demi-cylindres.
Tube : profilé creux. *Attention à l'abus de langage courant* : *un tube n'est pas un profilé rond creux ou plein.*

d. Résistance des matériaux

La résistance des matériaux permet de faire le lien entre les sollicitations mécaniques d'une structure (forces appliquées) et son comportement local (contraintes et déformations). Cela permet de trouver un compromis solidité/poids/prix à la conception, ou de prévoir la rupture d'un élément dans certaines conditions.

On peut décomposer l'état interne d'une structure en une somme des contraintes élémentaires suivantes :

- Traction (ex : Câble de contreventement)
- Compression (ex : Pile d'un pont)
- Cisaillement (ex : Boulon de rupture)
- Torsion (ex : Barre de torsion)
- Flexion (ex : Arc)

C'est la somme de ces contraintes en tout point de la structure qui permet de déterminer son comportement en service.

Lorsque l'on conçoit une pièce ou un assemblage il est donc toujours bon de se demander quelles seront les principales contraintes en fonction des efforts existants! Il est souvent assez simple en utilisant du bon sens de prévoir un problème de solidité. La réaction est liée au matériau (acier, aluminium…) mais également à la géométrie ! Exemple : un fer plat sur son chant résistera mieux à la flexion que sur son plat, un tube sera plus résistant à la torsion qu'un fer plat de masse égale, etc.

Dans le cas de l'acier, et de manière générale pour le calcul de structures, c'est la flexion qui sera la plus contraignante. Les calculs ne sont pas simples, mais il existe de bons formulaires de calcul facilement accessibles en ligne !

<u>Grandeur usuellement rencontrées :</u>

Module d'élasticité : (ou module d'Young) Noté « E » (en GPa). Caractérise l'élasticité d'un matériau : soit le lien entre la force appliquée et sa déformation. Plus cette valeur est grande et plus le matériau est « raide ». Par exemple : Acier E=210GPa, Aluminium E= 70GPa, Caoutchouc E= 0.1GPa.

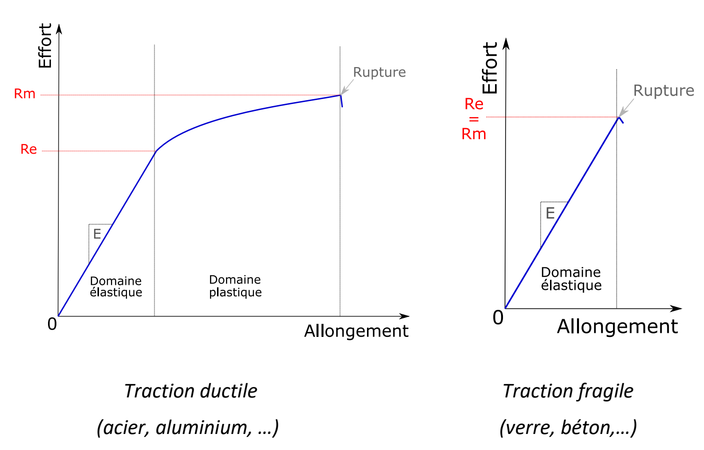
Limite élastique : Souvent notée Re (en MPa), il s'agit de la contrainte admissible par un matériau pour qu'il reste dans son domaine de déformation élastique. Pour l'acier de construction standard S235, Re=235MPa.

Limite de rupture : Souvent notée Rm (en MPa), il s'agit de la contrainte admissible par un matériau avant rupture. Pour l'acier de construction standard S235, Rm=340MPa.

Déformation élastique : Domaine de déformation pour lequel le matériau reprendra sa forme initiale si l'on retire le chargement (ex : ressort de suspension).

Déformation plastique : Domaine de déformation pour lequel le matériau conservera une déformation résiduelle si l'on retire le chargement (ex : tôle pliée).

Pour déterminer ces paramètres, on réalise généralement un essai de traction. Les résultats ont l'allure suivante :



Traction ductile

(acier, aluminium, …)

Traction fragile

(verre, béton,…)

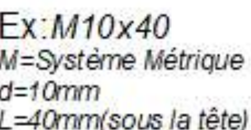
Pour un matériau ductile on retrouve bien les différents domaines ; dans le cas d'un matériau fragile, tel que le verre (qui est élastique !), il n'y a pas de déformation plastique, il rompt directement une fois sa limite élastique atteinte !

Dans le cas d'une machine ou d'une structure, il y aura forcément des efforts et, donc, des déformations. L'objectif alors est de faire en sorte que ces déformations restent faibles ; élastiques!

e. Glossaire de quincaillerie

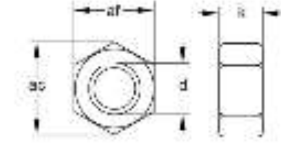


Vis Hexagonale

Partiellement Filetée	Entièrement Filetée
	
	
Ex:*M12x30 PF* *M=Système Métrique* *d=12mm* *L=30mm(sous la tête)* *PF= Partiellement Filetée*	Ex:*M10x40* *M=Système Métrique* *d=10mm* *L=40mm(sous la tête)*

Ecrous

Brut	Zingué	Frein ou Autobloquant
		



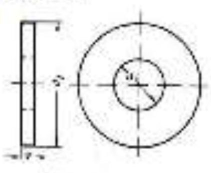
Ex:*M10*
M=Système Métrique
d=10mm

Rondelles

MU LU

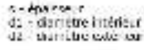






LLU Grower





Eventail

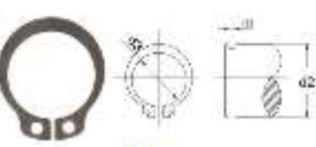
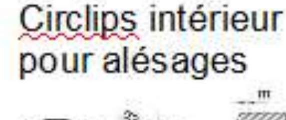


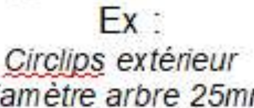




Ex :*Rondelle M16 MU Zinguée*
M=Système Métrique
d1(intérieur)=16mm
MU= Largeur Moyenne

Circlips

Circlips extérieur pour arbres	Circlips intérieur pour alésages
	 
Ex : *Circlips extérieur* *diamètre arbre 25mm* *d2=25mm* *d3=23,2mm*	Ex : *Circlips intérieur* *diamètre d'alésage 25mm* *d1=25mm* *D3=26,9mm*



Goupilles

Goupille épingle





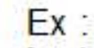


Ex :
Goupille épingle (ou bêta) d'axe 15x70 Ø3
H=15mm
L=70mm
D= 3mm

Goupille fendue

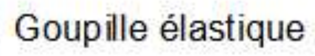






Ex :
Goupille fendue 8 x 90
d=pour trou de diamètre 8mm
L=90mm

Goupille élastique







Ex :
Goupille élastique 10x100
d=pour trou de diamètre 10mm
L=100mm

Goupille clips

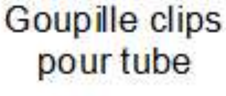






Ex :
Goupille clips Ø6
d=6mm

Goupille clips pour tube





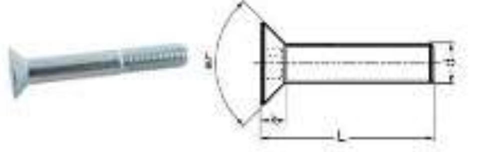


Ex :
Goupille clips 10x50 pour tube de 45
D=10mm
L=50mm
Diamètre du tube =45mm

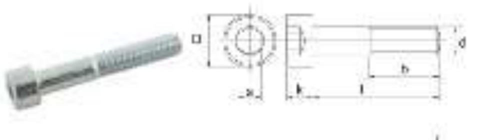
Désignation des Vis

Type de têtes

Tête fraisée :
F



Tête cylindrique :
C



Vis Hexagonale :
H

Système d'entraînement

S		Fente
PH		Phillips
PZ		Pozidriv
X		Torx
H		6 pans
Hc		6 pans creux

Exemple de vis

CHC :
Vis à tête Cylindrique Hexagonale Creuse



TFCC:
Vis à Tête Fraisée à Collet Carré



FHC:
Vis à tête Fraisée à Hexagonale Creuse



TRL:
Vis à Tête Ronde Large



Vis à Ailette



Vis Autoforeuse



Qualité de vis

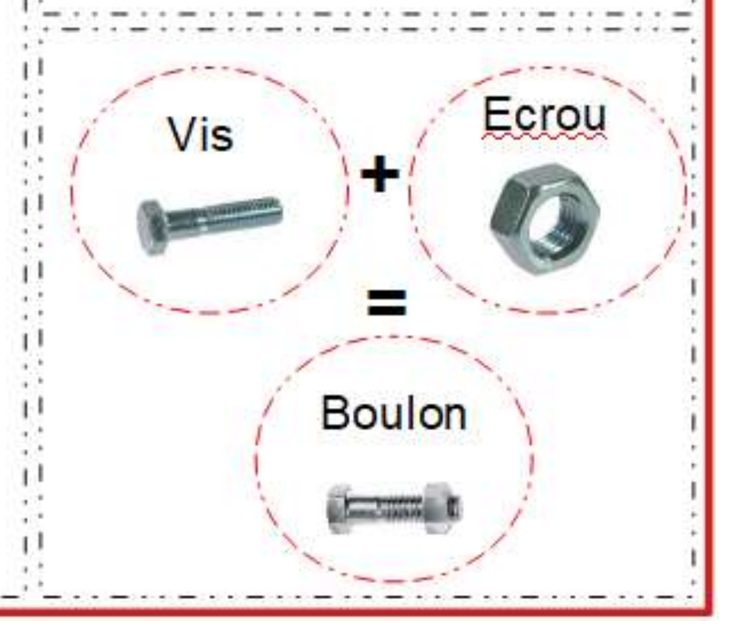
1er Nombre:
Résistance de rupture à l'acier (x 100 MPa)

2er Nombre:
Rapport entre limite élastique et résistance à la traction ,

Ex : Nombre 10.9
Résistance rupture = 1000MPa
Résistance élastique = 1000 x 0,9 = 900MPa



Qualité Standard : **8.8**




L'atelier paysan
COOPÉRATIVE
D'AUTOCONSTRUCTION
www.latelierpaysan.org
forum.latelierpaysan.org
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE
L'ALIMENTATION
Ce document bénéficie du soutien du Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation au travers du compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural» (CASDAR). Sa responsabilité ne saurait toutefois être engagée.
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
RéseauRural
Français
2014 - 2020
l'Europe
s'engage
en France
avec le FEADER
Cette action est cofinancée par le Fonds européen agricole pour le développement rural : l'Europe investit dans les zones rurales.
UNION EUROPÉENNE